

Juha-Matti Hämäläinen

TUOTANTOLINJASTON UUDISTAMINEN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

TUOTANTOLINJASTON UUDISTAMINEN

Hämäläinen, Juha-Matti
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
marraskuu 2018
Ohjaaja: Teinilä Teuvo (Samk)
Sivumäärä: 36

Asiasanat: koneautomaatio, projekti, turvallisuus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuoda esille, että mitä eri vaiheita kuuluu koneautomaatioprojektin toteuttamiseen. Työssä esitellään koneautomaatioon liittyviä komponentteja sekä projektin hallintaa. Myös Loimaan Turve ja Humus Oy:lle suoritettu koneautomaatioprojekti esitellään. Muutosprojekti toteutettiin pakkauskoneen tuotantolinjastolle. Tehdyt muutostyöt esitellään sekä syyt uudistuksen tarpeelle.

Lopuksi arvioidaan, että miten suoritettu koneautomaatioprojekti onnistui ja pohditaan mitä asioita projektissa olisi voinut tehdä paremmin.

RENEWAL OF THE PRODUCTION LINE

Hämäläinen, Juha-Matti

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

November 2018

Supervisor: Teinilä, Teuvo (Satakunta University Of Applied Sciences)

Number of pages: 36

Keywords: machine automation, project, security

The purpose of the thesis is to bring out what different phases belong to actualizing a machine automation project. The thesis presents components belonging to machine automatics and project management. A project in machine automation done for Loimaan Turve ja Humus Oy will also be presented. Modification project actualized on the packing machine production line. The modifications made and the reasons for the renewal are presented.

Finally is finished machine automation project will be evaluated and could have been done better is considered.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Loimaan Turve ja Humus Oy	5
1.2	Tuotantolinjasto	5
1.3	Suoritettava koneautomaatioprojekti	6
2	KONEAUTOMAATIO.....	7
2.1	Ohjausjärjestelmät	8
2.1.1	Ohjelmoitava logiikka	8
2.1.2	Releohjaus	10
2.2	Liikkeen toteutus.....	11
2.2.1	Sähköiset toimilaitteet	13
2.2.2	Hydrauliset toimilaitteet	13
2.2.3	Pneumaattiset toimilaitteet	15
2.3	Anturit ja lähestymiskytkimet.....	16
2.3.1	Mekaaniset rajakytkimet	17
2.3.2	Lähestymiskytkimet	17
3	KONEAUTOMAATIOPROJEKTIN HALLINTA	21
3.1	Laitteiston suunnittelu.....	22
3.2	Automaatioprojektin suunnittelu ja hallinta	23
3.3	Turvallisuus	27
3.4	Dokumentaation hallinta.....	28
4	SUORITETTU KONEAUTOMAATIOPROJEKTI.....	29
4.1	Alkutilanne ja tavoitteet.....	29
4.2	Muutostyöt	30
4.2.1	Sähkötyöt.....	30
4.2.2	Kääntäjä.....	31
4.2.3	Linjaston rakenteelliset muutokset.....	32
4.3	Projektin arviointi ja parannusehdotukset.....	35
	LÄHTEET.....	36

1 JOHDANTO

1.1 Loimaan Turve ja Humus Oy

Loimaan Turve ja Humus on perheyritys, joka on perustettu vuonna 1973. Toimitilat sijaitsevat Loimaalla Varsinais-Suomessa. Yritys työllistää 6-8 työntekijää. Päätoimialana on erilaisten puutarha-alan tuotteiden kuten puutarhamullan, kuivikkeen ja kuorikatteen pakkaaminen. Näiden tuotteiden lisäksi yritys pakkaa myös Leca-hiekoitusmursketta sekä Foamit-vahtolasimursketta.

1.2 Tuotantolinjasto

Yrityksellä on kaksi erikokoista pakkauskonetta. Pienemmällä pakkauskoneella pakataan 4-10 l kokoisia pusseja ja isommalla koneella 25-100 l pusseja. Kyseinen koneautomaatioprojekti suoritettiin isommalle pakkauskoneelle, johon jatkossa pelkästään keskitytään.

Pakattava tavara kuormataan lastauskuuppaan, josta se liukuhihnoja pitkin kulkeutuu pakkauskoneen päällä olevaan suppiloon. Multatuotteet kulkevat myös linjastolla olevan seulan kautta, jossa epätoivotut materiaalit seuloontuvat pois. Pakkauskone annostelee tarvittavan määrän tavaraa pussiin suppilon kautta ja saumaa pussin saumat kiinni. Tämän jälkeen pussi menee kääntäjän kautta puristimeen, jossa ylimääräinen ilma poistetaan pussista. Seuraavaksi pneumatiikan ja sähkömoottoreiden avulla pussit lastataan kuormalavalle oikeaan järjestykseen. Kun tarvittava määrä pusseja on lavalla, niin se jatkaa matkaansa käärintään, jossa se saa myös kalvon lavan päälle suojaamaan pusseja liialta ja kosteudelta. Kun käärintä on valmis, niin valmis lava jatkaa kuljettimia pitkin ulos pakkaushallista. Lopuksi lava nostetaan trukilla pois kuljettimelta ja viedään varastoon.



Kuva 1. Pakkauskone, 180° kääntäjä ja puristin



Kuva 2. 360° kääntäjä, lavaaja ja valmistumassa oleva lava

1.3 Suoritettava koneautomaatioprojekti

Projekti keskittyi linjaston kohtaan, missä puristimesta tuleva pussi ohjautuu lavalle. Projektin tarkoituksena oli mahdollistaa säkkien erilaiset kuvioinnit niiden mentäessä lavalle. Tämän avulla päästään myös eroon linjastolla olevasta teippikoneesta, joka

teippasi jokaisen pussikerroksen niiden mentäessä lavalle. Erilaisilla pussikuvioilla lavasta saadaan tukeva ilman erillisiä teippejä. Nämä pusseissa olevat teipit olivat myös aiheuttaneet paljon huonoa asiakaspalautetta. Kuvioinnin avulla pystyttiin myös siirtämään osa tuotteista EUR-lavoista FIN-lavoihin ja samalla kasvattamaan lavassa olevien pussien määrää, mikä alentaa merkittävästi toimituskustannuksia. Uudistuksella haluttiin myös päivittää koneessa käytetyn ohjauksen vanhanaikaiset ja vikaherkät releet logiikkaohjaukseksi.

2 KONEAUTOMAATIO

Automaatio tarkoittaa yleisesti itsestään toimivaa. Automaattisella tarkoitetaan yleis- muodossa tietosanakirjan mukaan itsestään, ilman ohjausta tapahtuvaa ja toimivaa. Tekniikan yhteydessä automaatioon liitetään myös instrumenttitekniikka, mittaus- ja säätötekniikka, servotekniikka ja logiikkaohjaus. Nykyisin automaatiolla tarkoitetaan myös automaattisten tuotantolaitteiden ja -laitosten suunnittelemista sekä toteuttamista. Ja myös automaattisten laitteiden ja tuotantolinjojen valitsemista.

Automaattisesti toimivien koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä tai jotain automaattijärjestelmää kutsutaan automatiikaksi. Koulutuksessa käytetään termejä automaatiotekniikka ja koneautomaatio. Näiden kahden ero tulee esille esimerkiksi ohjelmoitavien logiikoiden kanssa, jossa automaatiotekniikka perehtyy laitteen sisäisiin ja elektroniisiin toimintoihin, kun taas koneautomaatiossa keskitytään logiikan ulkoisten yhteyksien ja ohjelmoinnin perehtymiseen.

Nykyisin tuotantoautomaatio jaetaan kahteen eri alueeseen, jotka ovat prosessi- ja koneautomaatio. Prosessiautomaatiossa käsitellään usein putkissa virtaavia aineita ja niiden ohjaustekniikkaa. Tyypillisiä sovelluksia ovat elintarvikkeiden, poltto- ja voiteluaineiden, muovien ja metallien valmistus. Koneautomaatio on yleisesti kappaleenkäsittelyautomaatiota. Tuotteet liikkuvat erilaisia kuljettimia pitkin ja niitä sitten lajitellaan, varastoidaan ja pakataan. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström osakeyhtiö 2000, 9.)

Koneautomaation keskeisimpiä tavoitteita ovat tuotannon tehostaminen, laadun parantaminen ja työn mielekkyyden lisääminen poistamalla yksinkertaisia ja vaarallisia työtehtäviä. Seuraavaksi esitetään koneautomaatiossa käytettäviä ohjausjärjestelmiä sekä tapoja, joilla liikkeet saadaan toteutettua. (Kotamäki & Nyberg 1992. 3.)

2.1 Ohjausjärjestelmät

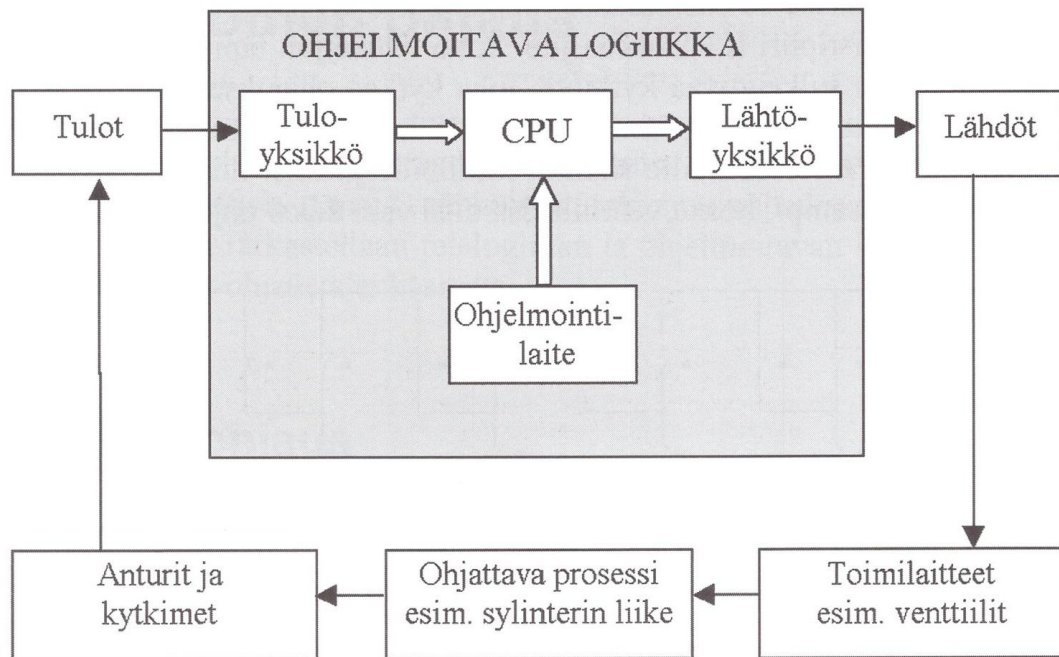
Ohjausjärjestelmien pääasiallinen tehtävä on toimia rajapintana käyttäjän ja koneen välillä. Ohjausjärjestelmän käyttöliittymään kuuluvat erilaiset ohjaimet ja näytöt, joiden avulla koneenkäyttäjä käyttää laitetta. Käskyjä annetaan kosketusnäytön, näppäimistön, peukalopyörien, ohjaussauvan, hiiren, tai muun syöttölaitteen avulla. Ohjausjärjestelmä ilmaisee koneen tilan näytön avulla. Ohjausjärjestelmän yhtenä päätehtävänä on myös pitää laite koneenkäyttäjän hallinnassa kaikissa tilanteissa. Käyttöliittymät pyritään suunnittelemaan mahdollisimman käyttäjäystävällisiksi, jolloin ihmisten virheiden määrä vähenee ja työtyytyväisyys kasvaa.

Tuotantoautomaation järjestelmiä ohjataan yleisesti ohjelmoitavalla logiikalla. Nopeat ja varmatoimiset suunnitellut logiikat soveltuvat hyvin prosessitasoiseen ohjaukseen. Käyttöliittymien grafiikalla on myös tärkeä rooli, koska järjestelmien käytön havainnollistaminen ja konkreettisuus tuovat mukanaan virheettömyyden, joustavuuden ja hyvän käytettävyyden. Ennen ohjelmoitavia logiikoita ohjauksessa käytettiin myös releohjausta, mutta nykyään niitä käytetään vain pienissä ja yksinkertaisissa ohjaustehtävissä. Ohjelmoitavan logiikan vahvuuksiksi voidaan mainita sen muuntamismahdollisuudet ja käyttöikä verrattuna releohjaukseen. (Aaltonen, Airila, Ekman, Kauppinen, Liukko & Pohjala 1992, 111 & 224-225.)

2.1.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka on laite, joka ohjaa ja säätää laitteiden ja prosessien toimintaa. Ohjelmoitava logiikan tulomoduliin liitetään kytkimiä, antureita ja koskettimia, jotka välittävät logiikkaan tietoa eri laitteiden tiloista. Nämä tiedot ovat tuloja. Näiden tie-

tojen perusteella logiikka ohjaa esim. releitä, magneettiventtileitä, releitä ja moottoreita. Näiden ohjaussignaaleja kutsutaan lähdöiksi ja näitä vastaavat johtimet kytketään logiikan lähtömoduuliin. Logiikan lähtöjen arvot muodostetaan tulotietojen ja logiikkaohjelman perusteella keskusyksikössä. Logiikoissa on lisäksi aina muistia signaaleiden ja ohjelmien säilyttämistä ja käsittelemistä varten. Lähtö- ja tulosignaalit ovat kummatkin kaksiarvoisia muuttujia (1 tai 0). Suorittaakseen säätöä logiikkoihin on olemassa lisämoduuleita, joiden avulla pystytään käsittelemään jatkuvia signaaleja. Tasavirtayksiköiden jännitetasot ovat yleensä 24 V ja vaihtovirtayksikössä 230V.



Kuva 3. Ohjelmoitavan logiikan perusrakenne. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simppura 2002, 130.)

Logiikoiden käyttöpaneelit liitetään tavallisesti normaaliin I/O-väylään. Ne toimivat käyttöliittymänä ohjelmoitavaan logiikkaan ja ne sijoitetaan yleensä esimerkiksi laitteen ohjauskaapin oveen. Käyttöpaneelit sisältävät yleensä muutaman rivin LCD- tai LED-näytön ja usein myös fyysisen 10-20 painikkeisen kalvonäppäimistön. Pelkkä kosketusnäyttökin graafikoilla voi olla vaihtoehtona. Näytön avulla pystytään seuraamaan laitteen toimintaa sekä käynnistämään ja pysäyttämään laitteisto esimerkiksi viikatilanteissa.



Kuva 4. Kosketusnäytöllinen käyttöpaneeli

Logiikan ohjelmointi sekä ohjelman syöttö logiikan muistiin tehdään yleisimmin kannettavalla tietokoneella. On olemassa myös erilaisia käsiohjelmointilaitteita, jotka soveltuvat hyvin kentällä tehtäviin vianetsintöihin ja pienten muutoksien tekemiseen. Isommissa ohjaustehtävissä tietokone on kätevämpi vaihtoehto. Graafista ohjelmointitapaa käytetään yleensä, koska se on helpompi hallita kuin käskylistalla tehtävät ohjelmoinnit. Käynnissä olevaa ohjelmaa voidaan myös monitoroida tietokoneen avulla. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 129-133.)

2.1.2 Releohjaus

Releohjaus eli relelogiikka on pääperiaatteiltaan samanlainen kuin logiikkaohjauskin. Releohjausjärjestelmä on kuitenkin rakennettu vain yhteen tiettyyn sovellukseen ja sitä on hankala muuttaa tarvittaessa. Releohjauksessa ohjelmoitava logiikka on korvattu erilaisilla releillä, kytkinkelloilla ja laskureilla. Näillä komponenteilla pystytään toteuttamaan samat loogiset toiminnot kuin ohjelmoitavalla logiikallakin. Releohjausta käytettiin ennen ohjelmoitavia logiikoita, jotka ovat nykyään syrjäyttäneet releohjauksen muunneltavuutensa ja toimintavarmuutensa avulla.

Releohjauksia käytetään nykyään enää hyvin yksinkertaisissa ja pienissä ohjaustehtävissä. Suuremmissa ohjausjärjestelmissä releohjaukset tulevat liian kalliiksi ja suuriksi

rakentaa. Mekaanisten releiden käyttöikä on myös rajallinen. On olemassa myös pieniä ohjelmoitavia, joissa on muutama tulo- ja lähtölinja. Näitä kutsutaan ohjelmoitaviksi releiksi. Nykyisin tavallista releohjausta ei kannatakaan rakentaa, jos kokoonpanoon tarvitaan yli kymmenen relettä. (Kotamäki & Nyberg 1992, 87.)

2.2 Liikkeen toteutus

Teollisuusautomaatiosovelluksissa käytetään pneumaattisia, hydraulisia sekä sähköisiä toimilaitteita. Yleensä eri tapauksissa on helppoa päättää mitä perusratkaisua käytetään, koska jokaisella on omat vahvuudet ja rajoituksensa.

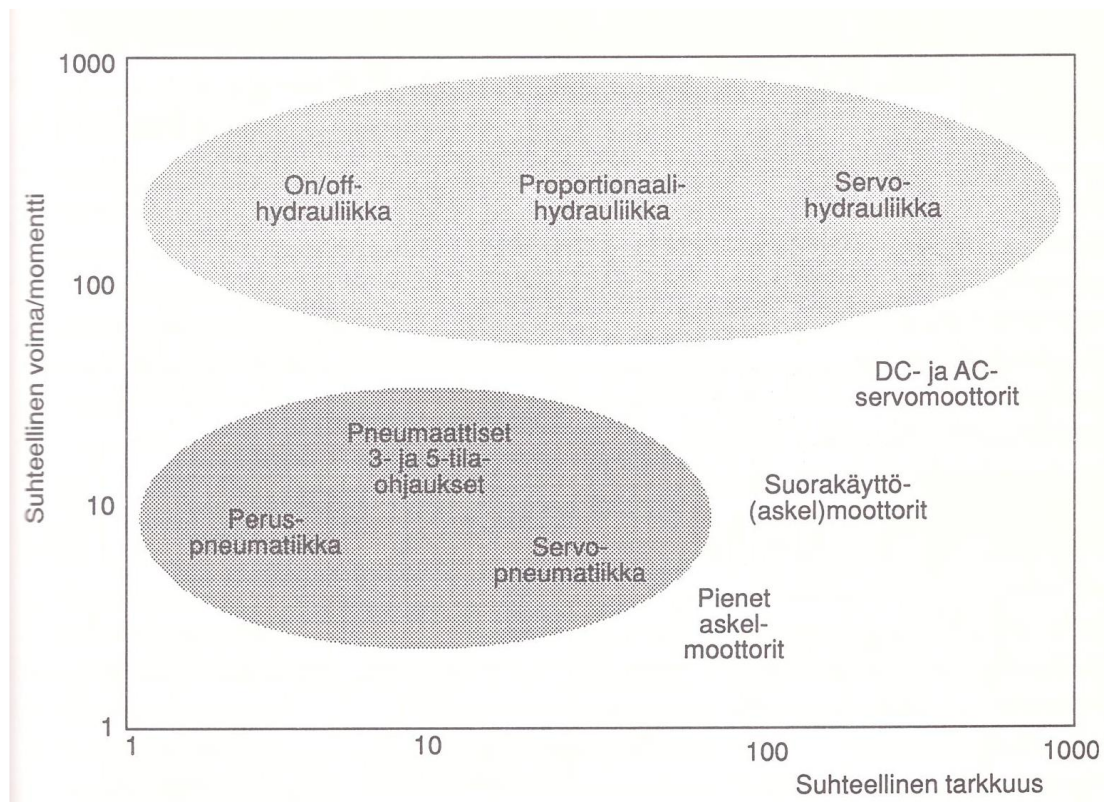
Sähkömoottorilla saavutetaan automaatiokäytössä kohtuullinen vääntömomentti ja hyvät säätöominaisuudet. Sähkömoottorin pyörimisnopeutta pystyy säätämään helposti ja tarkka paikoitus onnistuu nopeissakin liikkeissä. Moottorit ovat melko pieniä kooltaan, joten ne mahtuvat myös ahtaisiin paikkoihin. Ne aiheuttavat myös minimaalisen haitan ympäristölleen verrattuna esimerkiksi hydraulikkaan, jossa mahdolliset öljyvudot ovat mahdollisia. Sähkömoottorit ovat myös kestäviä ja niiden käyttöikä on yleisesti korkea. Säädettävät moottorikäytöt ovat tosin melko kalliita ja standardikomponenteista huolimatta käyttöönotto, viritys ja ylläpito vaativat osaamista ja tuovat suurehkoja kustannuksia.

Hydrauliikassa voima syntyy nesteen paineen ja virtauksen avulla. Sen avulla pystytään tuottamaan suuria voimia ja momenteja pienillä toimilaitteilla. Hydraulijärjestelmän nopeus ja paikoitustarkkuus ovat parhaimmillaan sähköservojen tasolla. Jos perushydrauliikkaa ei ole olemassa, niin kustannukset järjestelmälle voivat nousta melko suuriksi. Lisäliikkeiden luominen jo olemassa olevaan perushydrauliikkaan onnistuu kohtuullisilla kustannuksilla. Laitteiston öljyvudot ja melu rasittavat toimintaympäristöä. Yksinkertaiset hydrauliikka-asennukset onnistuvat konepajoissa itse, mutta servohydrauliikan asennukset vaativat erikoislaitteita ja osaamista.

Pneumatiikassa voima syntyy kaasun paineen ja virtauksen avulla. Se on yksinkertainen, luotettava ja halpa tapa aikaansaada liikkeitä. Sen tuottamat voimat ja momentit

ovat tosin alle 5% hydraulikalla saavutettavista voimista. Pneumatiikan avulla toteutettavat liikenopeudet ovat suuria ja ovat yleisimmin riittäviä semmoisinaan muun muassa mekanisoitujen koneiden perustoimintoihin. Paineilmaa on saatavilla useimmissa teollisuuskohteissa ja yksittäisiä paineilmatoimilaitteita onkin helppo liittää lisää. Konepajojen ammattitaito riittää paineilmalaitteiden perusasennuksiin. Pneumatiikka on perusluonteeltaan on/off-tekniikkaa, jolloin tarkat asemat saavutetaan yleensä vain sylintereiden päädyissä. Pneumaattiset paikoitusjärjestelmät mahdollistavat tarkemmat asemat, mutta samalla järjestelmä myös monimutkaistuu ja kallistuu. (Aaltonen, Airila, Ekman, Kauppinen, Liukko & Pohjala 1992, 196.)

Seuraavaksi keskitymme toimilaitteisiin, joilla saadaan aikaan lineaarista liikettä eri tilanteissa sähkön, hydraulikan tai pneumatiikan avulla.



Kuva 5. Suuntaa-antava taulukko sähkömoottorin, hydraulikan ja paineilmailla saavutettavista suhteellisesta voimasta, momentista ja tarkkuudesta. (Aaltonen, Airila, Ekman, Kauppinen, Liukko & Pohjala 1992, 197.)

2.2.1 Sähköiset toimilaitteet

Koneautomaation laitesovelluksissa käytetään usein erilaisia moottoreita ja magneettiventtiileitä. Sähkömoottoreiden käyttökohteita ovat muun muassa kuljettimet, työtökoneet, nostimet, robotit ja paperikoneet. Moottoreilla tuotetaan yleensä pyörivää liikettä, mutta nykyään kara- ja lineaarimoottoreilla pystytään tuottamaan myös suoraviivaista liikettä.

Karamoottori koostuu alumiinipesästä, vaihto- tai tasavirtamoottorista, kierukkavaihteesta ja työntö- ja ohjausrakenteesta. Laite soveltuu työntö- ja vetokuormitukselle ja se voidaan asentaa mihin asentoon tahansa. Kokoonpano on mahdollista saada myös kuularuuvirakenteisena, jolloin liikkeiden tarkkuus lisääntyy.

Lineaarimoottorilla saadaan nimensä mukaisesti aikaan suoraviivaista liikettä. Laitteessa on kamman muotoinen laminoitu induktori, jonka uriin on laitettu vaihtovirtakäämitys. Tämä staattori on yhdistetty kaapeliliitännällä elektroniseen ohjausyksikköön. Melkein välyksettömästi staattorin sisällä liikkuu roottoria vastaava liukukara, mihin ulkoinen kuorma kytketään. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 132, 141.)

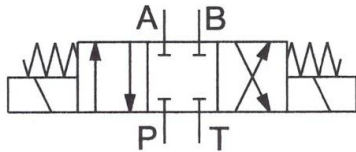
2.2.2 Hydrauliset toimilaitteet

Sylinterit ovat yleisimpiä toimilaitteita muutettaessa hydraulista energiaa mekaaniseksi työksi. Sylintereiden toimintaperiaate ja ohjaustekniikka ovat samanlaisia kuin pneumaattisten sylintereidenkin. Suurempi voimien vuoksi komponentit ovat järeämpiä kuin mitä pneumatiikassa. Sylinterin liikettä voidaan tunnistaa induktiivisilla lähestymiskytkimillä, rajakytkimillä, reed-kytkimillä tai valokennoilla. Hydrauliikalla toimivissa laitteistoissa käytetään liikkeen tunnistamista yleisesti vähemmän kuin mitä pneumaattisissa laitteissa. Pyörivää liikettä voidaan hydrauliikassa toteuttaa hydrauliikkamoottorilla.

Hydraulijärjestelmän toimintaa säädellään erilaisilla venttiileillä. Niillä säädetään liikkeen nopeutta, pyörimissuuntaa ja toimilaitteiden tuottamaa voimaa muuttamalla painetta tai tilavuusvirtaa.

Suuntaventtiili

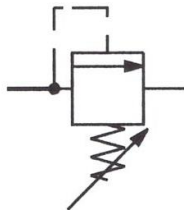
Ohjataan tilavuusvirtaa järjestelmän eri osiin.



Kuva 6. Suuntaventtiilin piirrosmerkki (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 107.)

Paineventtiili

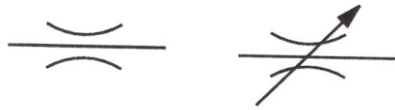
Ohjataan ja säädetään järjestelmän painetta ja toimintaa.



Kuva 7. Sisäisellä ohjauskanavalla varustetun paineenttiilin piirrosmerkki (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 107.)

Virtaventtiili

Järjestelmän tilavuusvirran säätämiseen. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 106-108.)



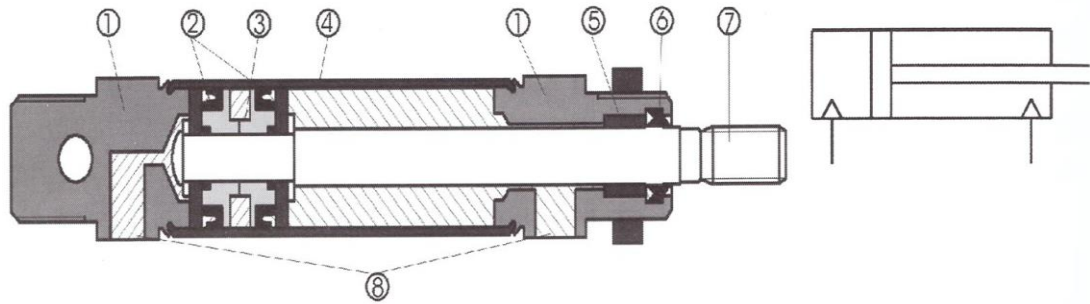
Kuva 8. Kiinteän ja säädettävän virtaventtiilin piirrosmerkki (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 108.)

2.2.3 Pneumaattiset toimilaitteet

Pneumatiikassa suoraviivainen liike toteutetaan sylintereillä ja kiertoliikkeitä toteuttavia komponentteja kutsutaan vääntömoottoreiksi tai vääntösylintereiksi. Pneumaattisten toimilaitteiden nopeuteen vaikuttaa suuresti sen liikuttama kuorma. Laitteen nopeutta voidaan muuttaa erilaisilla virransäätöventtiileillä ja vääntömomenttia voidaan muuttaa säätämällä tuloilman painetta paineventtiileillä. Sylinterin tarkka pysäyttäminen on vaikeaa ilman jouston vuoksi. Tämän takia sylinterit ajetaan yleensä ääriasennosta toiseen tai mekaanista estettä päin.

Sylinterityypeistä yleisin on kaksitoiminen sylinteri. Sillä on työliikkeet eli plus- ja miinusliikkeet molempiin suuntiin. Miinusliikkeen voima on plusliikettä pienempi, koska männänvarren puoleinen pinta-ala on pienempi kuin männän nimellisipinta-ala. Jos sylinterillä ei ole kuormitusta, niin miinusliike on puolestaan nopeampi. Yksitoimisessa sylinterissä mäntää liikutetaan vain yhteen suuntaan ja paluuliike toteutetaan jousivoimalla tai kuorman omalla painolla.

Pneumaattisille sylintereille on ominaista suuri liikenopeus, jonka ainoana rajoittavana tekijänä on päätyjen rikkoutumisvaara liiallisen liike-energian vuoksi. Pitkien sylinterien käytössä on myös huomioitava niiden nurjahdusvaara. (Ellman, Hautanen, Järvinen, Simpura 2002, 89.)



Kuva 9. Kaksitoimisen sylinterin piirrosmerkki ja tärkeimmät rakenneosat: 1) sylinterin pääty, 2) männäntiivisteet, 3) mäntä, 4) sylinteriputki, 5) männänvarren ohjain, 6) männänvarren tiiviste, 7) männänvarsi, 8) liitäntäaukot. (Ellman, Hautanen, Järvinen, Simpura 2002, 90.)

2.3 Anturit ja lähestymiskytkimet

Automaatiolaitteet tarvitsevat tietojen keräämiseen ja tilojen havaitsemiseen antureita. Anturi on laite, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen arvon siihen verrannolliseksi viestiksi. Viesti on yleensä sähköinen tai joissain tapauksissa pneumaattinen kuten impulssiohjauksessa. Anturissa on tuntoelin, jota kutsutaan myös mittauselimeksi, tunnistimeksi tai mittaelementiksi. Tämä määrittää suureen arvon, jonka jälkeen anturiosa muuntaa tuloksen halutun muotoiseksi viestiksi. Anturi ja lähetin on usein rakennettu kiinteästi yhteen.





Antureilta vaaditaan ja odotetaan seuraavia teknisiä ominaisuuksia: luotettavuus, lujuus, suojaus, tarkkuus, herkkyys, tunnistamisetäisyys, reaktionopeus, kytkentätaajuus ja ohjauskyky. Yleisimpiä antureiden ongelmia ovat epälineaarisuus ja häiriöalttius. Yleisin häiriötekijän aiheuttaja on lämpötilan vaihtelu.

Läsnäolon havaitsemiseen on mahdollista käyttää mekaanisia rajakytkimiä tai elektronisia lähestymiskytkimiä. Ne ovat kaksitila-antureita, jotka antavat on/off-kytkintietoa. Lähestymiskytkin avaa tai sulkee virtapiirinsä kappaleen tullessa vaikutusalueelle. Etäisyyttä jolloin lähestymiskytkin muuttaa tilaansa kutsutaan tunnistamisetäisyydeksi. Yleensä kappale ei pääse koskettamaan itse anturia. Seuraavaksi käydään läpi

erilaisia antureita, jotka havaitsevat läsnäolon. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 168-170.).

2.3.1 Mekaaniset rajakytkimet

Mekaaniset raja- ja mikrokytkimet ovat vanhimpia koneautomaatiossa käytettyjä komponentteja. Ne sisältävät avautuvat sekä sulkeutuvat koskettimet. Rajakytkimiä käytetään nykyään vielä paljon turvarajoina. Rajakytkimien haittapuolia ovat hitaus, epätarkkuus ja suurehko fyysinen koko. Etuina ovat halpuus ja se, että ne kestävät suuria virtoja. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 175.)


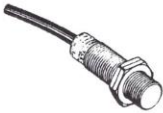

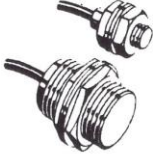
	Rajakytkimet			
Malli	D4B-N	D4B-S/L	D4C	D4D-N
Kuvaus	Turvarajakytkin	Turvarajakytkin oviin ja portteihin. L-malli varustettu solenoidilla.	Pieni, matalarakenteinen tarkkuusrajakytkin	Pienikokoinen turvarajakytkin
				

Kuva 10. Erilaisia mekaanisia rajakytkimiä (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 176.)

2.3.2 Lähestymiskytkimet

Lähestymiskytkimet ovat elektronisia antureita. Toisin kuin mekaanisissa rajakytkimissä, niin se kytkee kosketuksesta jo lähentymisvaiheessa ja siinä ei ole erillisiä koskettimia. Mekaanisten osien puuttumisen ansiosta lähestymiskytkimien elinikä on käytännössä rajaton. Väärä johdotus tai sähkölaaji ovat ainoita mahdollisia vahingoittavia tekijöitä.

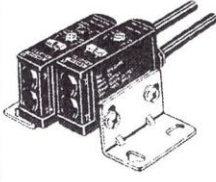
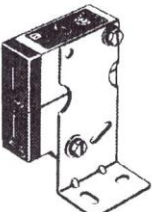
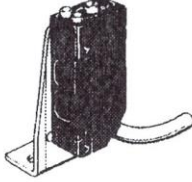

Induktiivisissa lähestymiskytkimissä toimintaperiaatteena on sähkömagneettisen kentän häiriintyminen tunnistusetaisyydellä. Induktiivisia lähestymiskytkimiä käytetään kun halutaan havaita metallisia tai muita sähköä johtavia kappaletta.

	Induktiiviset lähestymiskytkimet			
Malli	TL-XE	TLEM	E2E	E2E-XD
Kuvaus	Sylinterimallinen induktiivinen lähestymiskytkin metallikierteellä	Metallirunkoinen lähestymiskytkin M12 liittirakenteella.	Lyhyt, sylinterimallinen induktiivinen lähestymiskytkin	Kaksijohdin induktiivinen lähestymiskytkin
				

Kuva 11. Erilaisia induktiivisia lähestymiskytkimiä (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 179.)

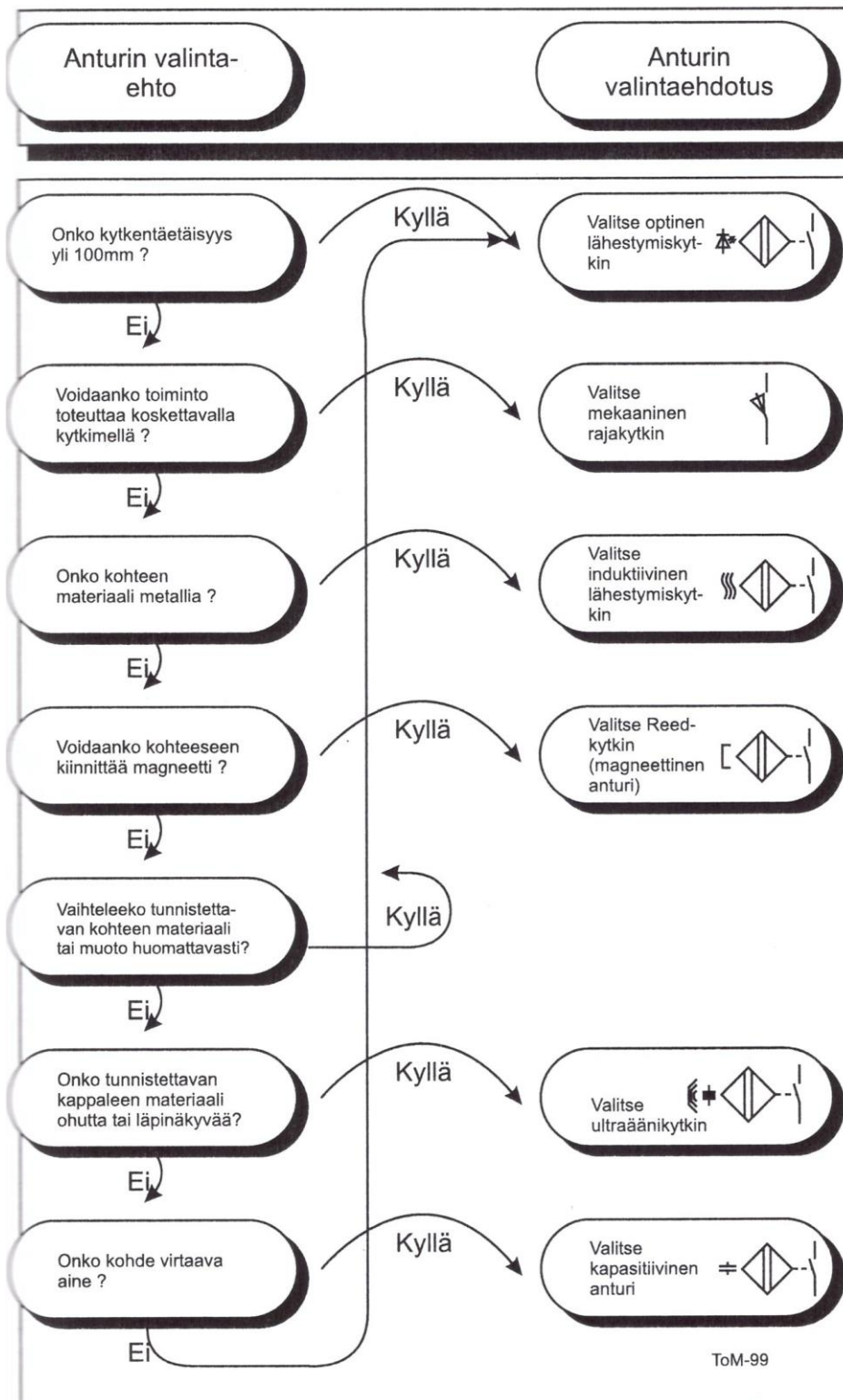
Kapasitiiviset lähestymiskytkimet ovat ulkonäöltään samannäköisiä induktiivisten lähestymiskytkimien kanssa, mutta toimintaperiaate on erilainen. Toiminta perustuu muuttuvaan sähkökenttään. Kytkimet pystyvät tunnistamaan lähes kaikenlaisia materiaaleja, mutta voivat antaa virhekytkentöjä likaantumisen tai kosteuden vaikutuksesta. Kytkimen kytkentäetäisyyteen vaikuttaa tunnistettavan asian dielektrisyysvakio. Esimerkiksi betonilla tämä vakio on suuri, kun taas paperilla ja muoveilla pieni.

Optisilla lähestymiskytkimillä pystytään kytkentäetäisyyttä kasvattamaan verrattuna aiempiin lähestymiskytkimiin. Nämä soveltuvat käytettäväksi materiaalista heijastavina kytkiminä ilman heijastinta tai valokennoina heijastimen kanssa. Optisilla lähestymiskytkimillä voidaan tunnistaa vain sellaisia kohteita, joiden pinnat heijastavat tarpeeksi valoa. Kytkentäetäisyys riippuu kohteen heijastuskyvystä. Tyypillisimpiä käyttökohteita ovat tuotantolinjojen häiriöttömän toiminnan valvonta, turvajärjestelmät, ohikulkevien kappaleiden laskenta.

Yleiskäyttöiset valokennot				
Malli	E3S-A	E3S-L	E3V	E3F2
Kuvaus	Pieni ja tehokas valokennosarja, myös M12-liittimillä. Vasteaika 0,5 ms.	Kohdeheijastavat tasajännitevalokennot joissa tunnistusetaisyuden ja herkkyydensäädöt. Vasteaika 1 ms.	Pieni ja tehokas valokenno, jossa myös hälytyslähtö. Vasteaika 1 ms.	Sylinterinmuotoinen M18 valokenno. Kirkas/tummmakytentä valittavissa
				

Kuva 12. Erilaisia optisia lähestymiskytkimiä (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 184.)

Pneumatiikkasyylintereiden päätyasentojen tunnistamiseen käytetään reed-kytkintä. Se toimii, kun tuntokohteessa oleva kestmagneettipala vaikuttaa siihen. Reed-kytkimet sisältävät mekaanisia osia, jolloin sen käyttöikä on rajallinen. Siirtymien ja kiertymis-kulmien mittaamiseen käytetään yleensä pulssianturia, joka tarvitsee toimiakseen elektronisen laskurin, ohjelmoitavan logiikan tai mikrotietokoneen, jotka laskevat anturista tulevia pulsseja. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 175-187.)



Kuva 13. Anturien valintakaavio. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen & Söderström 2000, 169.)

3 KONEAUTOMAATIOPROJEKTIN HALLINTA

Automaattisen koneen suunnittelussa suunnittelijan tulee tuntea ja hallita pneumatiikan lisäksi myös ohjaus- ja tietotekniikkaa sekä koneensuunnittelua. Koneautomaatio-suunnittelussa nämä osa-alueet yhdistetään yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi.

Automaattisen koneen suunnittelussa ja toteuttamisessa suunnittelijan ja toteuttamisesta vastaavan henkilön tulee hallita teknisten asioiden lisäksi aika-, kustannus- ja resurssienhallintaa. Projekteissa suunnittelijan on osattava toimia myös ryhmässä muiden kanssa.

Tuotekehitysprojektit etenevät yleensä viidessä eri vaiheessa: esitutkimus, suunnittelu, testaus ja todentaminen, tuotanto, markkinointi ja arviointi. Esitutkimuksessa perehdytään markkinoihin ja testataan erilaisia suunniteltuja tekniikoita. Näiden asioiden jälkeen ratkaistaan tuotteen suunnittelun aloitus. Suunnitteluvaiheessa käytetään vaatimuslistaa lähtötietona.

Hyvin tehty ja määritelty vaatimuslista on tärkeä tehtävänasettelun kannalta. Vaatimuslistaan määrittelyyn käytetty aika tulee usein moninkertaisena takaisin myöhemmin projektin varsinaisen suunnittelun ja tuotantoprosessin aikana. Lisäykset, korjaukset ja muut muutokset aiheuttavat usein viivästymisiä sekä myös lisäkustannuksia. Varsinkin viimeistelyn loppuvaiheessa tehdyt toiminnalliset muutokset voivat heikentää ja haitata muita toimintoja lopullisessa kokoonpanossa.

Erilaiset vaatimukset voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan:

1. Kiinteät vaatimukset

Kaikkien näiden vaatimukset tulee toteutua jokaisessa eri tilanteessa. Tuote ei ole hyväksyttävä, jos nämä vaatimukset eivät toteudu.

2. Vähimmäisvaatimukset

Vaatimuksille annetaan raja-arvot, jotka tulee täyttyä. Pyritään toteuttamaan parhaimmat mahdolliset arvot.

Toivomukset

Toivomuksia pyritään ottamaan mahdollisimman paljon huomioon. Kaikkia toivomuksia ei aina pysty toteuttamaan, mutta toteutuneiden toivomuksien määrällä voi olla vaikutusta kaupan syntymisessä. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 161-162.)

3.1 Laitteiston suunnittelu

Suunnittelussa konetta tai laitetta tärkeimpinä peruskriteereinä ovat seuraavat asiat: mahdollisimman yksinkertainen, luotettava, tehokas, turvallinen, helppo kunnossapito ja edulliset valmistus- ja käyttökustannukset. Nämä eri asiat ovat riippuvaisia toisistaan. Jos rakennetaan mahdollisimman yksinkertainen laite, niin silloin laitteessa on vähemmän osia ja se on edullisempi sekä luotettavampi. Laitteen käytettävyyden helpous lisää tehokkuutta ja samalla turvallisuutta.

Suunnittelijan on tunnettava täysin suunniteltavan laitteen toiminnot ja ominaisuudet. Myös käyttöympäristöön ja käyttäjään liittyvät asiat on tiedostettava. Kun suunnittelija tekee laitteeseen liittyviä valintoja, niin on suositeltavaa kuvata valinnat kirjallisesti ja tällä tavalla hankkia hyväksyntä tilaajalta. Käytettäessä pneumaattikkaa laitteen toimintojen toteuttamiseen, niin suunnittelijan on selvitettävä tiedot seuraavista osa-alueista:

Sylinterit ja kääntölaitteet

Ajateltu toimilaitetyyppi? Voiman, momentin ja nopeuden suuruudet kumpaankin liikesuuntaan? Iskunpituus, kiertymäkulma ja asemointitarkkuus? Sumuvoitelun käyttö? Laitteiden kiinnitystapa ja asennustilat?

Ohjaus

Onko käytettävä ohjaus pneumaattinen, sähköinen, mekaaninen vai jokin näiden yhdistelmä? Sähköisen ohjauksen nimellisjännite? Paineilmajärjestelmän tiedonkerääminen esimerkiksi rajakytkimet? Kenttäväylän käyttö ohjauksessa?

Ympäristöolosuhteet

Mitkä ovat laitteen ympärillä olevat olosuhteet? Lämpötila, kosteus, epäpuhtaudet, sallitut melurajat?

Paineilma

Järjestelmässä käytettävä ilmanpaine? Mitoituksen kannalta suositetaan yleensä 4-5 bar painetta. Paineilmajärjestelmää toimilaitteet kannattaa varmuuden vuoksi ylimitoittaa. Tällöin järjestelmä ei ole niin herkkä paineenvaihteluille ja sillä kyetään myös tarvittaessa käsittelemään isompia kuormia kuin mitä suunniteltu. Paineilman siirtoputket on hyvä myös ylimitoittaa mahdollisten uusien toimintojen varalta. Jälkikäteen tehtynä nämä muutokset voivat tulla maksamaan paljon ja aiheuttamaan turhia viivästyksiä.

Komponenttivalinnat

On yleistä, että yrityksellä on tehdasstandardit, jotka määrittävät käytettävien komponenttien ohjaustavan, valmistajan, sähköiset suojaukset jne. Tämän avulla yritetään helpottaa kunnossapitoa ja sen kustannuksia.

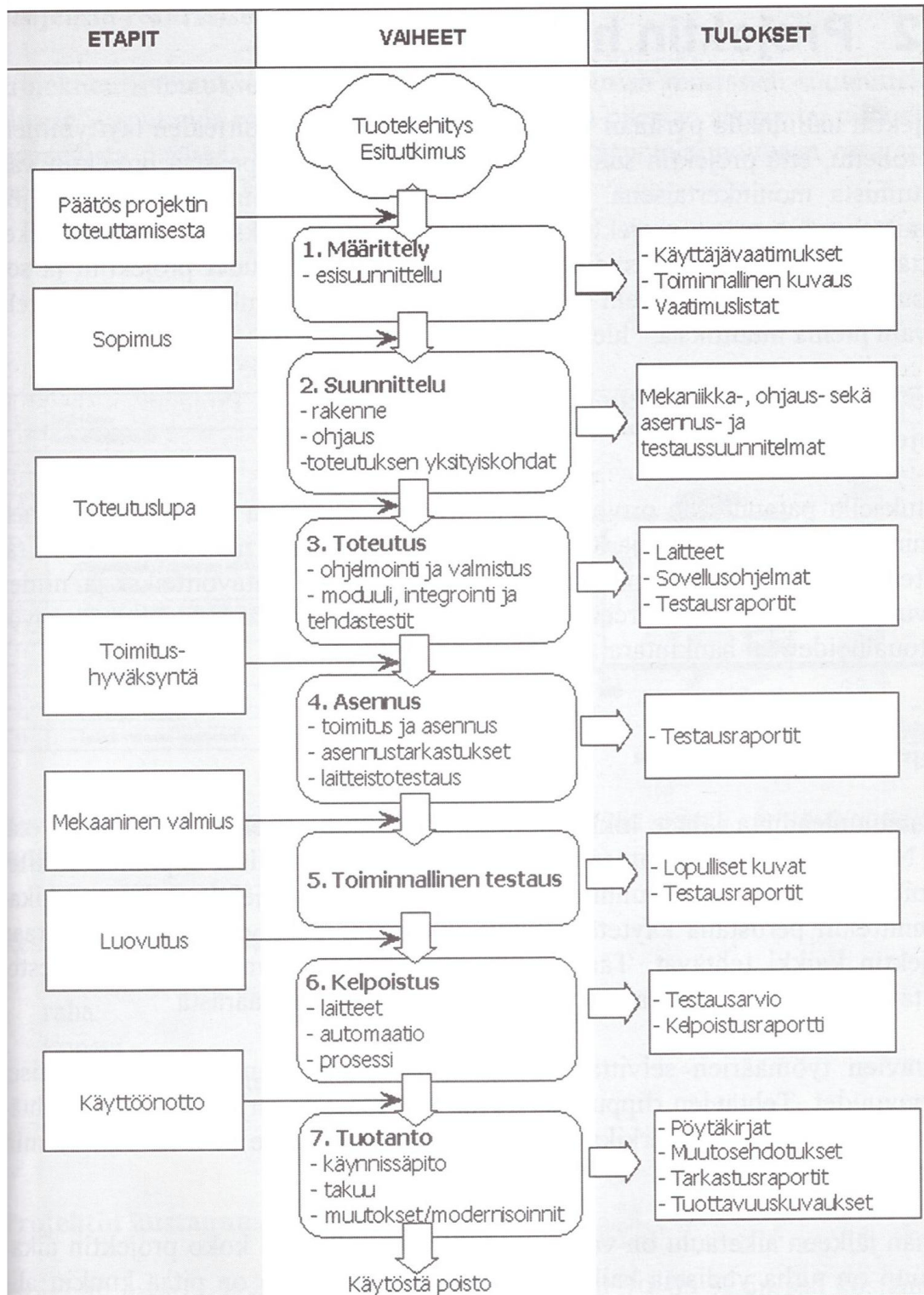
Kustannukset

Suunnitellun laitteen käytön ja valmistuksen tulee olla mahdollisimman edullista. Kokonaiskustannuksiin pystytään vaikuttamaan eniten suunnitteluvaiheessa. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 162-164.)

3.2 Automaatioprojektin suunnittelu ja hallinta

Puhuttaessa projektista sen tulee toteuttaa seuraavat ehdot: on kertaluontainen, oma organisaatio, määritellyt tavoitteet, tehtävät ja vastuut on selkeästi määritelty, taloudelliset kustannukset on otettu huomioon. Projekti voi olla kooltaan ja kustannuksiltaan mitä tahansa. Työmäärältään muutamista tunneista aina tuhansiin henkilöstötyövuosiin ja kustannuksiltaan ilmaisesta miljardeihin. Projekteissa ongelmaksi syntyy yleensä sen ainutkertaisuus ja toteutukseen liittyvät epävarmuudet. Projektinhallintamenettelyllä pyritään pienentämään näitä ongelmia. Projekteilla on myös aina selkeä aloitus- ja lopetusajankohta eli elinkaari.

Automaattisen koneen valmistaminen ja suunnittelu tapahtuu yleensä projektina. Yritykselle jolle investointia tehdään, niin on yleensä yksi päätoimittaja mikä vastaa kokonaistoimituksesta. Päätoimittajalla on yleensä useita yhteistyökumppaneita, komponenttitoimittajia ja alihankkijoita. Näin ollen eri osa-alueiden osaamisen pystyy hyödyntämään paremmin. Automaatioprojektit voidaan jakaa toimitusprojekteiksi ja toiminnankehittämisprojekteiksi. Toimittamisprojektissa jokin laite tai järjestelmä toimitetaan asiakkaalle. Toiminnankehittämisprojektissa kehitetään omaa toimintaa esimerkiksi investoimalla uuteen tuotantojärjestelmään.



Kuva 14. Automaatioprojektin elinkaari (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 167.)

Projektin hallinnalla pyritään varmistamaan projektin eri tavoitteiden täytyminen. Hyvin toteutettu projektin suunnittelu vaatii paljon valmistelutyötä ennen projektin var-

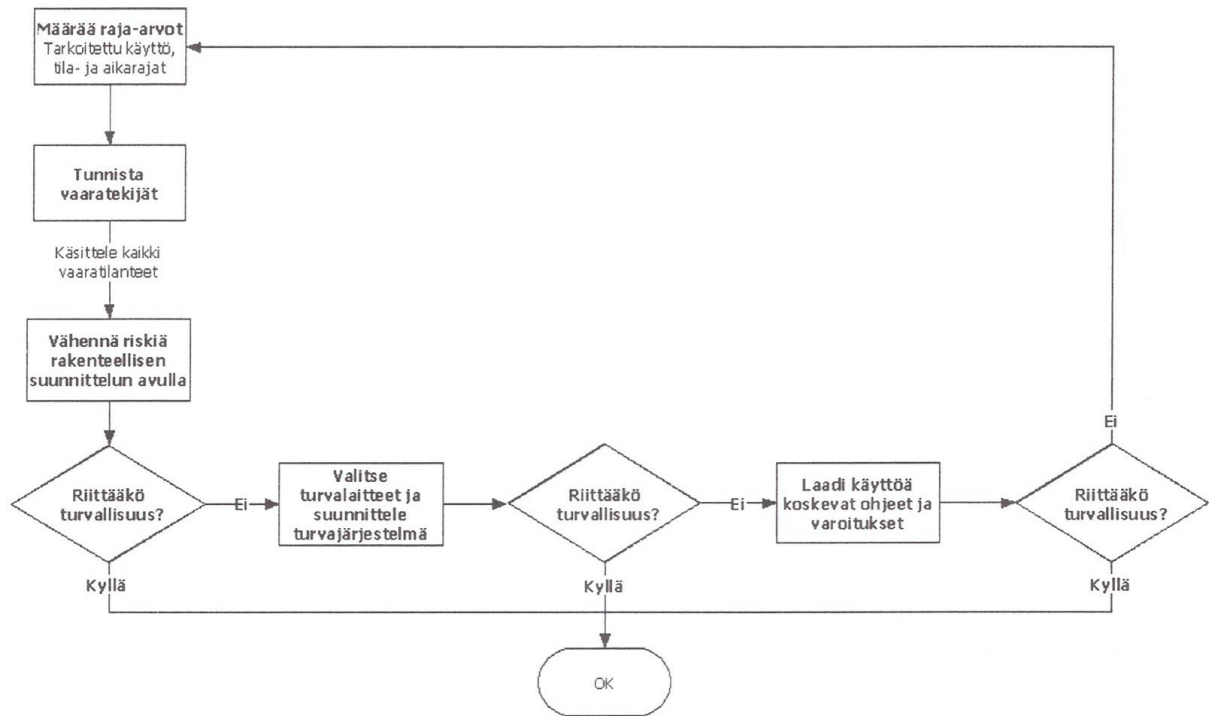
Projektin määrittelyvaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat 70-80% kustannuksiin. Projektin budjetti ja kustannusarvio ovat kustannussuunnittelun tärkeimmät työkalut. Vaikka projekti olisi suunniteltu huolella, niin muutokset ovat erittäin todennäköisiä. Siksi on hyvä seurata projektia alusta asti ja arvioida mahdollisten muutoksien vaikutusta lopputulokseen. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 165-166, 168-170.)

3.3 Turvallisuus

Koneen suunnittelussa tavoitteena on saada kone turvalliseksi sen koko eliniän ajan. Suunnittelijalle annetaan paljon vastuuta laitteen turvallisuuden suunnittelussa, koska hänen oletetaan tietävän laitteen toiminnot.

Vaaratilanteita syntyy, kun ihminen joutuu koneen toiminta-alueelle. Vikatilanteissa tai tuotantoprosessin syöttö- ja vastaanottotehtävissä koneen käyttäjän täytyy olla koneiden toiminta-alueella, missä voi syntyä mahdollisia vaaratilanteita. Mekaanisten vaaratekijöiden lisäksi on syytä kiinnittää huomiota myös esim. meluun ja säteilyyn. Mahdolliset riskitekijät arvioidaan ottamalla huomioon terveyshaitan tai vamman esiintymistodennäköisyys ja niiden ennakoitava vakavuus. Koneen valmistaja on velvollinen arvioimaan kaikki vaaratekijät, jotka liittyvät valmistettavaan koneeseen. Kone on suunniteltava ja valmistettava siten, että nämä asiat on otettu huomioon.

Varsinkin pneumaattisia toimilaitteita käytettäessä tyypillisiä vaaroja ovat takertumis-, puristumis- ja iskuvaarat. Paineilmaletkun irtoaminen tai hajoaminen voi aiheuttaa vaaratilanteen irtoneisella letkunjäällä. Samalla voi aiheutua hallitsemattomia koneen liikkeitä tai kuorman romahtamisia. Jos toimilaitteen liike on jäänyt kesken ongelman aikana, niin järjestelmään kertynyt energia voi aiheuttaa myös äkkinäisen vaarallisen liikkeen.



Kuva 16. Turvallisussuunnittelun järjestys ja tehtävät (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 181.)

Hätäpysäytyksen merkitys on suuri vaaratilanteissa. Sen tarkoitus on mahdollistaa koneen nopea pysäyttäminen. Se toimii myös pysäyttäjänä jos normaali pysäytys on viallinen. Hätäpysäytyksen tarkoituksena on saada laite turvalliseen tilaan, jolloin mm. vikatilanteen korjaus on turvallista. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 179-182, 184.)

3.4 Dokumentaation hallinta

Laitteiden valmistukseen ja suunnitteluun kuuluu useita eri dokumentteja. Suunnitteluvaiheessa on hyvä tietää, että mitä kaikkia dokumentteja tarvitaan. Lisäksi niitä on pystyttävä hallitsemaan siten, että tarvittavat dokumentit löytyvät nopeasti ja tehdyt muutokset kirjataan niihin. Myös tehdyt mahdolliset muutokset tulevat välittyä kaikille asianosaisille ja poistaa vanhat dokumentit käytöstä.

Automaattisen koneen valmistuksessa ja suunnittelussa syntyviä dokumentteja ovat:

vaatimuslistat, hydrauliiikka- ja pneumatiikkakaaviot, sähkökaaviot, mekaniikkakaaviot, ohjauksen ohjelmalistauksen kaaviot, toiminnan sanalliset kuvaukset, katselmuspöytäkirjat, testaussuunnitelmat, käyttö- ja huolto-ohjeet, projektidokumentit ja tekniset rakennetiedostot.

Paineilmajärjestelmistä tulee laatia standardimerkinnöin oleva pneumatiikkakaavio. Kaaviossa kaikki komponentit tulee merkitä omalla tunnusnumerolla tai kirjaimella. Kaavioon on myös merkittävä tärkeimpien komponenttien asetusarvot sekä liittimien ja johtimien kytkentämerkinnät. Pneumatiikkakaavioon on myös sisällytettävä osaluettelo, johon komponentit on merkitty samoin symbolein kuin itse kaaviossa. (Ellman, Hautanen, Järvinen & Simpura 2002, 174-175.)

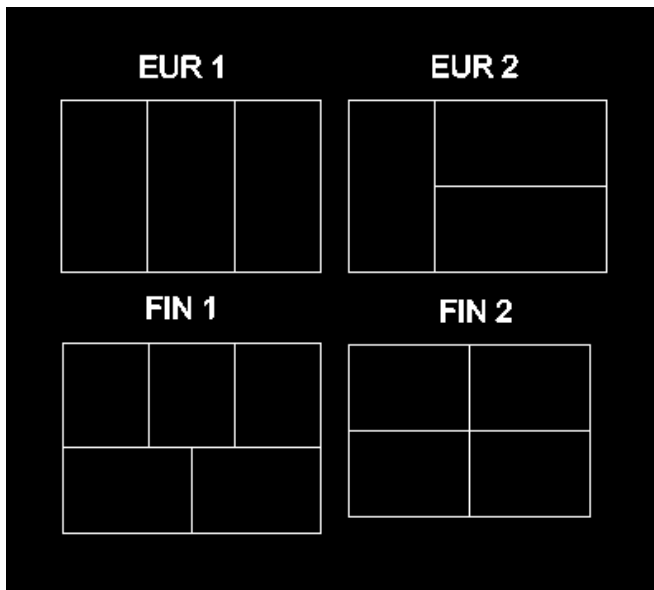
4 SUORITETTU KONEAUTOMAATIOPROJEKTI

Loimaan Turve ja Humus Oy:lle suoritettu koneautomaatioprojekti suuntautui isomman pakkauskoneen tuotantolinjastolle. Tavoitteena oli saada käsiteltyä pusseja haluamallaan tavalla ja näin saamaan erilaisia kuvioita niiden mentäessä kuormalavalle. Samalla myös uudistettaisiin linjaston ohjausjärjestelmää nykyaikaisemmaksi paremman luotettavuuden saavuttamiseksi.

Projektin suoritti yritys nimeltään Tec-Shop, johon kuului kaksi työntekijää. Lisäksi projektissa oli mukana minä koneenkäyttäjän roolissa ja mekaanisista rakenteellisista muutostöistä vastaava henkilö. Projekti aloitettiin sopimalla kaikille sopiva päivä, jolloin tarkasteltaisiin tarkempia yksityiskohtia muutoksen kohteena olevan linjaston luona.

4.1 Alkutilanne ja tavoitteet

Alkutilanteessa kaikki pussit pakattiin EUR-kuormalavoille vain yhdellä kuviolla kolme pussia rinnakkain. Pusseja tarvitsi puristaa paljon puristimessa ja teippikone teippasi jokaisen pussikerroksen erikseen, että lavasta saatiin tarpeeksi tukeva.



Kuva 17. Erilaisia pakkauskuvioita

Tavoitteena oli mahdollistaa pussien käsittely niin, että erilaiset kuvioinnit lavalle onnistuisivat ja näin ollen samalla kasvattamaan pussien lukumäärää lavalla. Vanhaa linjastoa pyrittiin hyödyntämään mahdollisimman paljon. Suurimmat uudet yksittäiset komponentit ovat 360° kääntäjä ja pidempi työntösylinteri linjastolle. Työlle ei annettu varsinaista aikarajaa, mutta työssä pyrittiin olemaan mahdollisimman nopeita, että tuotanto saadaan takaisin toimintaan.

4.2 Muutostyöt

4.2.1 Sähkötyöt

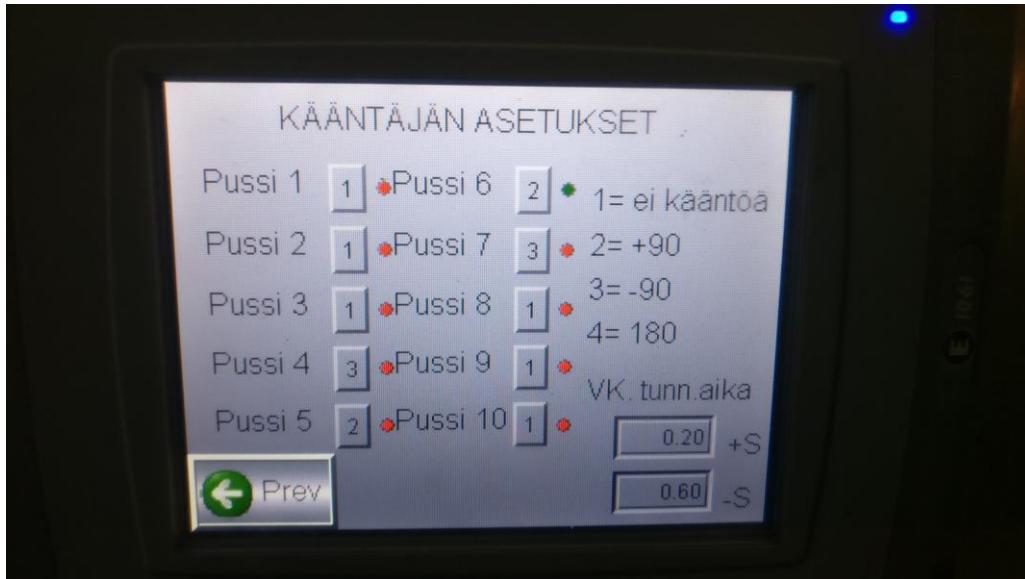
Projektissa suurimman osan ajasta vei sähköistykseen liittyvät muutokset. Vanhat ohjauksessa käytetyt releet korvattiin logistiikkaohjauksella. Samalla linjaston ohjaukseen tuli käytettäväksi erillinen kosketusnäytöllä varustettu käyttöliittymä, mistä koneen eri toimintoja pystytään ohjaamaan. Näytön kautta voidaan seurata koneen sen hetkistä tilaa sekä ajamaan vikatilanteissa käsiajolla koneen eri osia. Myös erilaisten pakattavien laatujen valmisohjelmat valitaan näytön kautta.



Kuva 18. Käyttöpaneeli ja hallintapainikkeet

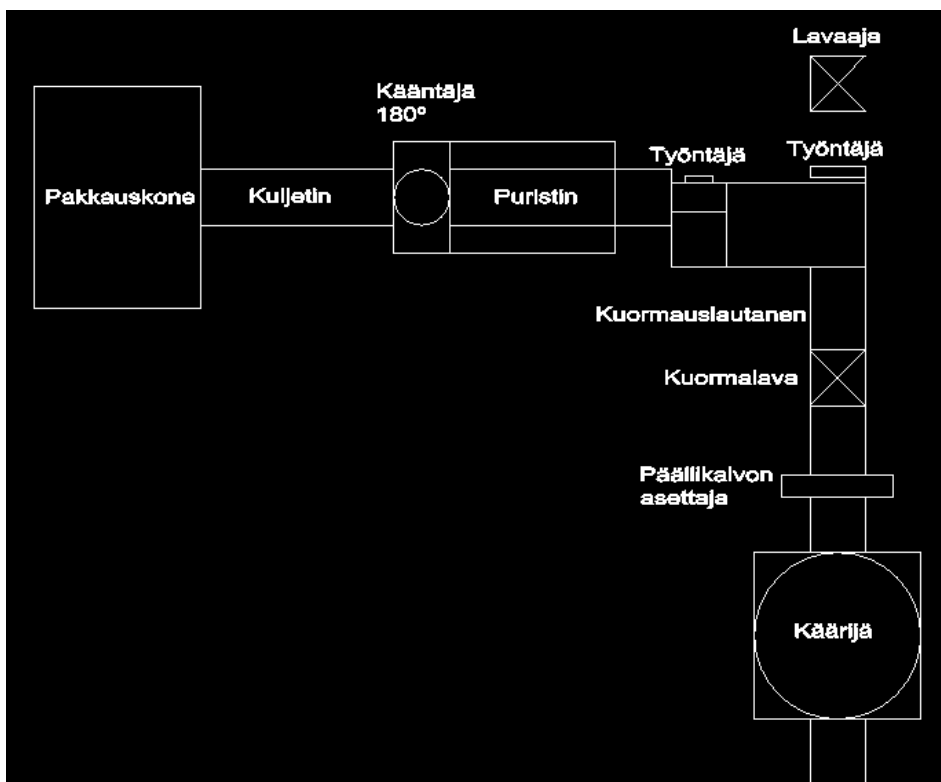
4.2.2 Kääntäjä

Projektin suurin rakenteellinen muutos oli kääntäjän lisääminen linjastoon. Kääntäjän avulla pusseja pystytään kääntämään 0-360°. Kääntäjä ottaa pussista kiinni pneumatikan avulla ja kääntö tapahtuu sähkömoottorin avulla. Kääntäjän oikea-aikaista toimintaa ohjaa optinen lähestymiskytkin, joka sijaitsee ennen kääntäjää. Käyttöliittymän kautta optisen lähestymiskytkimen viivettä muuttamalla kyetään käsittelemään eri kokoisia pusseja. Käyttöliittymän kautta pystytään myös määrittelemään, että montako astetta pusseja käännetään ja missä järjestyksessä.

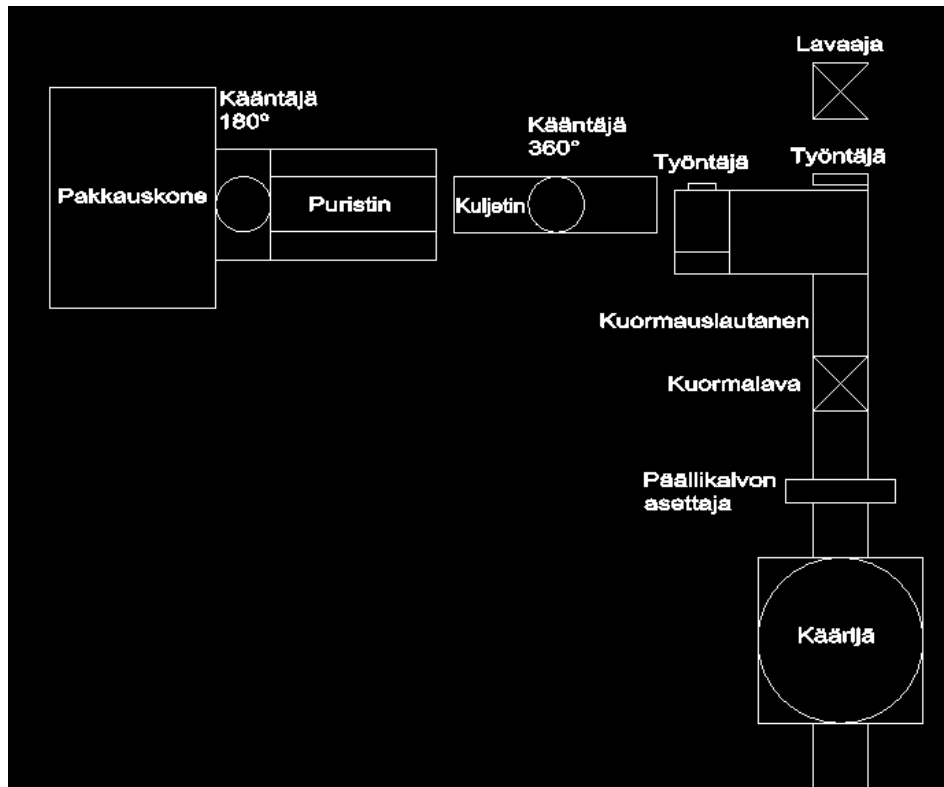


Kuva 19. Kääntäjän asetukset

4.2.3 Linjaston rakenteelliset muutokset



Kuva 20. Tuotantolinjasto ennen uudistusta



Kuva 21. Tuotantolinjasto uudistuksen jälkeen

Uuden kääntäjän mahdolluttaminen linjastoon vaati kuljettimien uudelleensijoittamista ja muokkausta. Alunperinkin linjastolla ollut 180°-kääntäjä sijoitettiin lähemmäksi pakkauskonetta, jonka avulla uusi 360°-kääntäjä saatiin sovitettua linjastolle. Kun kuljettimet oli saatu kuntoon, niin uudelle kääntäjälle rakennettiin runko, mikä kiinnitettiin kuljettimeen pultiliitoksin.



Kuva 22. 360° kääntävä kääntäjä.

Kääntäjän jälkeen olevan rullakuljettimen rullien paikkoja muokattiin, koska uudessa tilanteessa pussit tulevat kuljettimelle eri asennoissa kuin ennen. Rullakuljettimien yhteydessä olleeseen työntäjäan vaihdettiin myös pidempi paineilmasylinteri. Tämän avulla pusseja pystytään työntämään pidemmälle pussikuvion sitä vaatiessa. Työntömatkaa pystytään säätämään sylinterin yhteyteen sijoitetuilla rajakytkimillä. Paineilmasylinterin kiinnitystapaa jouduttiin myös muuntamaan, että uusi pidempi paineilmasylinteri pystyttiin asentamaan.



Kuva 23. Paineilmasylinterimellä toimiva siirrin ja rullakuljetin

4.3 Projektin arviointi ja parannusehdotukset

Linjastolle suoritettu koneautomaatioprojekti sujui melko ongelmattomasti ja ajallaan. Rakenteelliset muutokset eivät vieneet paljon aikaa, mutta sähköistyksen toteuttaminen vei suurimman osan ajasta. Jokaisella projektissa olleella henkilöllä oli selvät roolit. Ajankohdallisesti projektin olisi voinut suorittaa eri vuodenaikaan, koska nyt keväällä suoritettuna se aiheutti tuotantokatkoksen kiireisimpään aikaan. Syksyllä tai keuhällä toteutettaessa projekti ei olisi aiheuttanut niin paljon viivästystä tuotannon kanssa.

Linjaston toimintaa pyrittiin testaamaan yhden päivän ajan ja seurata mahdollisia vikakohtia. Tämä oli kuitenkin haastavaa, koska käyttöliittymästä löytyi vain pelkät raa-kaohjelmat eri pussikuvioilla ilman oikeita viiveaikoja. Näin ollen testausvaiheessa suurin osa ajasta kului siihen, että löytää sellaiset viiveajat, jotta linjastoa pystyttiin ajamaan automaattiajolla. Jälkikäteen paljastuikin vikakohtia linjastosta, kun viiveajat oli löydetty sopivaksi ja konetta päästiin ajamaan pidempiaikaisesti. Näitä varten projektin suorittanut Tec-Shop jouduttiin jälkikäteen kutsumaan paikalle korjaamaan eri vikakohteita. Suurin yksittäinen ongelmakohta oli uuden kääntäjän toiminta. Sen toimintaa ohjaava optinen lähestymiskytkin oli liian herkkä. Näin ollen se sekoitti toimintaa. Vika korjattiin tekemällä muutos kääntäjän ohjelmaan ja näin ollen lähestymiskytkin saatiin varmatoimiseksi. Olisi ollut järkevämpää löytää ensiksi sopivat viiveajat koneenkäyttäjien kanssa ja tämän jälkeen vasta suorittamaan huolellinen testausajo yhdessä muun projektiporukan kanssa. Koska nyt suurin osa testausajosta kului oikeiden viiveaikojen etsimiseen.

Paremmalla testausajolla oltaisiin myös pystytty parantamaan käyttöliittymän ja eri koneentoimintojen käyttömukavuutta. Henkilökohtaisesti koneenkäyttäjän roolissa olleena olisi tullut puuttua tarkemmin epäkohtiin. Tämän avulla oltaisiin saatu toimintaa helpommaksi vikatilanteiden sattuessa. Nämä jääneet epäkohdat eivät häiritse koneen käyttöä, mutta hidastavat toimintaa vikatilanteissa ja näin ollen heikentävät tuotantoa.

LÄHTEET

Ellman, A., Hautanen, J., Järvinen, K., & Simpura, A. 2002. Pneumatiikka. Helsinki: Edita Prima Oy.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T., & Putkonen, K. 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy

Aaltonen, K., Airila, M., Andersin, H., Ekman, K., Kauppinen, V., Liukko, T., Pohjala, P. 1992. Tuotantoautomaatio. Hämeenlinna: Karisto Oy

Ansaharju, T. 2009. Koneenasennus ja kunnossapito. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy